

Izazovi energetske tranzicije u distributivnom sistemu: kritička analiza i predlozi za njihovo rešavanje

Dunja Grujić*, Jelisaveta Krstivojević**, Jelena Stojković Terzić**

* Flaner d.o.o., ** Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu

Rezime - Neophodnost energetske tranzicije je očigledna u uslovima značajnog zagađenja životne sredine i globalnog zagrevanja, kojima svedočimo. U okviru ovog rada biće analizirani izazovi za sprovođenje energetske tranzicije u Republici Srbiji, koji su povezani sa distributivnim elektroenergetskim sistemom, pri čemu će biti dati i predlozi za njihovo prevazilaženje. Za energetske tranzicije, između ostalog, neophodan je stabilan distributivni elektroenergetski sistem i pouzdan operator distributivnog sistema. S obzirom na to, pre svega biće dat pregled trenutnog stanja operatora distributivnog sistema kao i samog distributivnog elektroenergetskog sistema kroz osvrt na tehničko stanje, regulativu, finansije, planove poslovanja i kapacitete za priključenje proizvodnih objekata iz obnovljivih izvora energije. Uvidom u trenutno stanje operatora i sistema biće utvrđeni izazovi i barijere za sprovođenje energetske tranzicije. Takođe, biće dati i predlozi za prevazilaženje uočenih izazova i barijera. U radu će posebno biti analizirane mogućnosti integracije proizvodnih objekata iz obnovljivih izvora energije u distributivni sistem. Različiti koncepti korišćenja obnovljivih izvora energije biće predstavljeni, kao i trenutni stepen njihove integracije u distributivni sistem. Identifikovaće se izazovi za povećanje kapaciteta proizvodnih objekata iz obnovljivih izvora energije priključenih na distributivni sistem i biće dati predlozi za njihovo prevazilaženje kroz predloge za unapređenje regulative, tehničkih rešenja priključenja na sistem, načina obračuna električne energije i dodatnih mogućnosti među kojima su agregacija, pomoćne usluge, redispečing i skladištenje električne energije.

Ključne reči - energetska tranzicija, distributivni sistem, obnovljivi izvori energije, fleksibilnost

I UVOD

Operator distributivnog sistema električne energije (ODS) je odgovoran za siguran, pouzdan i bezbedan rad distributivnog sistema, kao i za kvalitet isporuke električne energije. Njegova nadležnost obuhvata upravljanje distributivnim sistemom srednjeg i niskog napona na način koji osigurava sigurnost snabdevanja, transparentan i nediskriminatoran pristup sistemu, kao i njegov dalji razvoj kako bi se dugoročno obezbedila sposobnost mreže da odgovori na racionalne zahteve za distribuciju električne energije. ODS je takođe zadužen za izgradnju priključaka korisnika distributivnog sistema, utvrđivanje tehničko-tehnoloških uslova za priključenje na mrežu, kao i za obezbeđivanje relevantnih informacija energetskim subjektima i korisnicima distributivnog sistema, u skladu s principima transparentnosti i nediskriminacije. Pored toga, odgovoran je za

ispravnost i pouzdanost merenja električne energije [1].

S obzirom na prethodno navedeno može se zaključiti da je upravo ODS jedan od ključnih faktora u sprovođenju energetske tranzicije. U okviru ovog rada biće analizirano trenutno stanje ODS, barijere za energetske tranzicije koje nastaju kao posledica delovanja ODS, kao i predlozi za njihovo prevazilaženje.

II STANJE DISTRIBUTIVNOG SISTEMA - TEHNIČKI POKAZATELJI

Elementi elektroenergetskog sistema

Jedna od ključnih prepreka energetske tranzicije je zastarelost elemenata distributivnog sistema, posebno velikih transformatora, od kojih su mnogi u upotrebi duže od 30 godina [2], uz često neadekvatno održavanje. Kako bi se obezbedila stabilnost i pouzdanost elektroenergetskog sistema, neophodno je redovno i pravovremeno održavanje njegove infrastrukture. Pored toga, ulaganja u modernizaciju sistema su ključna za omogućavanje priključenja novih korisnika koji doprinose energetske tranziciji, kao i za povećanje sigurnosti snabdevanja.

Ojačavanje mreže treba da se dešava paralelno sa razvojem proizvodnih kapaciteta iz obnovljivih izvora energije (OIE) i generalno procesom energetske tranzicije, a ne da mu prethodi. Takođe, važno je da regulatorna agencija prepozna ova ulaganja kao opravdana i omogući ODS dovoljno finansijskih sredstava za unapređenje elektroenergetske mreže.

Gubici električne energije

Poslednjih godina uočen je trend pada gubitaka u distributivnom sistemu, od 14,36% u 2014. godini do 10,85% u 2023. godini, ali su oni i dalje na visokom nivou i iznad evropskog proseka [3]. Usled novih korisnika sistema koji učestvuju u energetske tranziciji potencijalno u lokalizovanim tačkama može doći i do povećanja gubitaka.

Kako bi se pomenuto sprečilo neophodno je prilikom određivanja tačke priključenja i načina rada korisnika sistema, striktno voditi računa o gubicima energije. Takođe, ključno je koristiti energetske efikasne elemente sistema sa minimalnim gubicima, optimizovati upravljanje sistemom u cilju smanjenja gubitaka i sprovesti kontrole mernih mesta korisnika sistema radi sprečavanja neovlašćene potrošnje električne energije.

Tehnički kvalitet isporuke električne energije

Tehnički kvalitet podrazumeva neprekidnost isporuke električne energije uz održavanje nazivnog napona i frekvencije na mestima primopredaje [1,4]. Međutim, usled starosti i stanja elemenata

sistema, dolazi do odstupanja od ovih standarda.

Kako bi se obezbedio stabilan i pouzdan elektroenergetski sistem, neophodno je kontinuirano unapređivati tehnički kvalitet kroz redovno održavanje, ulaganja u infrastrukturu i optimizaciju procedura upravljanja i održavanja sistema.

Merenje električne energije

Merenje električne energije kod proizvođača je u velikoj meri digitalizovano, s obzirom na to da je 98% njih opremljeno naprednim mernim sistemima, što predstavlja izuzetno visok nivo pokrivenosti. Nasuprot tome, situacija kod krajnjih kupaca je znatno lošija, jer je svega 5,25% njihovih mernih mesta opremljeno naprednim mernim uređajima. Nasuprot tome, svi kupci na prenosnom sistemu već imaju napredne merne sisteme [3].

Tokom 2024. godine ODS je sprovodio intenzivnu zamenu klasičnih mernih uređaja naprednim i planirano je da se taj proces nastavi i u budućnosti. Međutim, dodatni izazov predstavlja i veliki broj mernih uređaja kojima je istekao rok overe, što može negativno uticati na tačnost merenja.

Zbog svega navedenog, neophodno je ubrzati implementaciju naprednih mernih sistema, jer su oni ključni za učešće u energetske zajednicama, agregaciji, proizvodnji električne energije i upravljanju potrošnjom. Kako su ovi koncepti od suštinskog značaja za energetske tranziciju, jasno je da je instalacija naprednih mernih uređaja neophodna za sve korisnike elektroenergetskog sistema, a posebno za one koji aktivno učestvuju u pomenutim procesima.

Kapaciteti za priključenje

Trenutno ne postoji mapa koja prikazuje dostupne kapacitete za priključenje na elektroenergetski sistem. Kako bi se to omogućilo, potrebno je obezbediti precizan model elektroenergetске mreže. Ovakva mapa bila bi od ključne važnosti za investitore u proizvodne objekte iz OIE, jer bi im omogućila da planiraju lokaciju svojih postrojenja i procene mogućnosti za priključenje.

Bez takve mape, investitori koji kupuju zemljište za izgradnju elektrana ne mogu sa sigurnošću znati da li postoji raspoloživ kapacitet za priključenje, što često dovodi do usporavanja ili čak potpune obustave realizacije ovih projekata.

Fleksibilnost sistema

Za energetske tranzicije ključno je precizno odrediti fleksibilnost elektroenergetskog sistema i kontinuirano raditi na njenom unapređenju kako bi se omogućilo priključenje što većeg broja proizvodnih objekata iz OIE. To podrazumeva, između ostalog, podsticanje razvoja skladišta energije, unapređenje modela upravljanja potrošnjom, podršku agregatorima, uspostavljanje efikasnog tržišta pomoćnih usluga i optimizaciju redišpećinga.

Koncepti implicitnog (cenovnim impulsima) i eksplicitnog (ugovorom) upravljanja potrošnjom i proizvodnjom, pomoćne usluge i redišpećing posebno su značajni za rešavanje lokalnih problema u mreži, naročito u udaljenim područjima. Njihovom primenom povećava se kapacitet i fleksibilnost mreže, olakšava upravljanje sistemom, omogućava preciznije praćenje tokova snaga, smanjuju se gubici i oslobađaju dodatni kapaciteti za priključenje novih proizvodnih objekata.

III STANJE DISTRIBUTIVNOG SISTEMA - EKONOMSKI POKAZATELJI

Kako bi ODS mogao da ispunji svoje obaveze, neophodno je da posluje stabilno i da ima adekvatne prihode. To je ključno za obezbeđivanje sigurnosti snabdevanja, pouzdanosti elektroenergetskog sistema i efikasnu podršku energetske tranzicije, umesto da predstavlja faktor koji je usporava.

Cena pristupa distributivnom sistemu

Prihod od naknade za pristup sistemu predstavlja glavni izvor prihoda za ODS [1,5]. U Republici Srbiji, cene pristupa prenosnom i distributivnom sistemu poslednji put su promenjene u oktobru 2021. godine [6], i one su veoma niske, što čini da prihodi ODS-a nisu dovoljni za pokrivanje osnovnih troškova i investicija u sistem koje su neophodne za sprovođenje energetske tranzicije. Dok su cene drugih usluga, poput gubitaka, goriva, materijala i usluga trećih lica, znatno porasle, cene pristupa nisu se promenile.

U 2023. godini, cena pristupa prenosnom sistemu bila je među najnižim u Evropi, niža je samo u Slovačkoj i Severnoj Makedoniji, dok je cena pristupa distributivnom sistemu niža samo u Turskoj i Grčkoj. Takođe, prosečna cena pristupa od 2014. do 2023. godine za prenosni sistem porasla je za 44%, a za distributivni sistem svega 16%. Ova činjenica ukazuje na lošiji položaj ODS u prethodnom periodu u odnosu na operatora prenosnog sistema i ukazuje na to da su neophodne velike investicije u distributivni sistem kako bi mogao da podrži energetske tranzicije bez ugrožavanja sigurnosti snabdevanja [3]. Pored toga, ukupan ostvareni rezultat ODS-a je neto gubitak u 2023. godini u iznosu od 1,053 milijardi dinara, što je lošiji rezultat od ostvarenog ukupnog neto finansijskog rezultata u 2022. godini [7], što samo po sebi govori o uslovima pod kojima posluje ODS.

Kako bi se negativni efekti prethodno navedenog umanjili, neophodno je, pre svega, razmotriti opravdanost troškova ODS - neopravdane troškove smanjiti ili ih potpuno sprečiti, a opravdane troškove i maksimalno odobreni prihod ODS realno proceniti [5]. Takođe, potrebno je proceniti realna sredstva kojima ODS mora raspolagati kako bi bio u mogućnosti da omogućiti tranziciju i nesmetan rad sistema.

Takođe, neophodno je analizirati trenutne cene pristupa distributivnom sistemu i povećati ih što pre kako ODS ne bi poslova u minusu i kako bi imao dovoljno sredstava za svoj redovan rad, za ispunjavanje svoje osnovne delatnosti na korist korisnika sistema, kao i da sprovede sve zadatke koje energetska tranzicija pred njega postavlja. Sem toga, radi lakšeg upravljanja sistemom i mogućnosti da se više novih korisnika sistema priključi bez značajnih ulaganja u elektroenergetski sistem, neophodno je razmatrati i dinamičke tarife za pristup koje će odražavati opterećenje u sistemu, pri čemu će cene biti više u periodima većeg opterećenja sistema i obrnuto. Za početak mogu se uvesti umesto postojeće dve (dnevna i noćna tarifa), četiri tarife, a nakon toga postepeno razvijati tarife koje će biti znatno češće promenljive [8-10].

Prema trenutno važećoj Metodologiji za određivanje pristupa sistemu, 32% maksimalno odobrenog prihoda se nadoknađuje iz tarifnog elementa „odobrena snaga“, 66% iz tarifnog elementa „aktivna energija“, i 2% iz tarifnog elementa „reaktivna energija“ [5]. Usled delovanja novih korisnika sistema, koji sami proizvode deo električne energije koju potroše, isporuka električne energije

korisnicima sistema od strane ODS se smanjuje, te će i prihod ODS, ukoliko se koncept obezbeđivanja prihoda ne promeni, biti sve manji, dok će troškovi i potrebe za investicijama biti sve veći.

Pored navedenog, potrebno je preispitati i trenutni način određivanja cena pristupa i prilagoditi ga uslovima energetske tranzicije. S obzirom na trendove energetske tranzicije, uz sve nove korisnike sistema koji samostalno obezbeđuju deo energije za sebe, koncept obezbeđivanja prihoda dominantno iz aktivne energije bilo bi opravdano zameniti konceptom dominantnog obezbeđivanja prihoda iz kapaciteta priključka na sistem. Pri tom, tarifni element „odobrena snaga“, tj. kapacitet priključka, trebalo bi da bude dominantan izvor prihoda (70% ili više), a ostatak da se rasporedi na aktivnu i reaktivnu energiju.

Neophodno je i razmotriti i uvođenje G komponente pri čemu bi se pristup sistemu obračunavao korisnicima i za električnu energiju koju isporuče u sistem. Pored toga što bi se krajnjim kupcima smanjila cena pristupa sistemu, ODS bi imao naknadu za injektiranje električne energije u prenosni sistem u trenucima kada je proizvodnja u nekoj tački veća od potreba za električnom energijom. Količine ove energije su višestruko povećane u prethodnih nekoliko godina od kada je počelo priključivanje većeg kapaciteta elektrana koje proizvode električnu energiju iz OIE [3].

Troškovi očitavanja mernih uređaja

ODS je obavezan da do dvanaestog dana svakog meseca prikupi podatke sa mernih uređaja za prethodni mesec, obradi ih i u naredna tri dana učini dostupnim korisnicima sistema sa kojima je zaključio ugovor o pristupu sistemu [1]. Na distributivnom sistemu, međutim, na kraju 2023. godine samo 5% mernih uređaja bilo je opremljeno za daljinsko očitavanje [3], dok je ostatak uređaja zahtevao fizičko očitavanje svakog meseca. Očitavanje svih 3,8 miliona mernih mesta svakog meseca nosi značajne troškove za ODS, kako ljudske tako i finansijske. Na primer, troškovi očitavanja mernih uređaja u 2022. godini iznosili su 1,6 milijardi dinara [7], a treba uzeti u obzir i dodatne troškove poput razvoja softverskih rešenja za očitavanje i nabavku opreme kao što su mobilni telefoni.

Ako bi se očitavanje mernih mesta za domaćinstva koja ne učestvuju u upravljanju potrošnjom, nisu kupci-proizvođači niti članovi energetske zajednice ili agregacije, sprovodilo jednom svakih tri, šest meseci ili čak godinu dana:

- troškovi ODS bi se smanjili, a resursi bi bili oslobođeni za druge aktivnosti (kao što su kontrole i zamene mernih uređaja) [1,8,9],
- cena pristupa sistemu, nakon planiranog povećanja, bila bi niža, jer bi troškovi za očitavanje bili manji, a to bi omogućilo građanima više sredstava u budžetu za ulaganja u sopstvene OIE elektrane, energetska efikasnost, nabavku pametnih uređaja i slične aktivnosti koje doprinose energetske tranziciji,
- procena potrošnje bi se bazirala na istorijskim podacima, što bi krajnjim kupcima omogućilo lakše planiranje kućnog budžeta, a balansno odgovornim stranama lakše planiranje svojih aktivnosti.

Troškovi ODS za nabavku električne energije za nadoknadu gubitaka u distributivnom sistemu

ODS je dužan da nabavi električnu energiju kako bi nadoknadio gubitke u sistemu. Iako je primetan trend smanjenja gubitaka u prethodnim godinama [3], porast cena električne energije, uz činjenicu da cena pristupa sistemu nije menjana od 2021. godine, čini gubitke ozbiljnim finansijskim opterećenjem za ODS. Takođe, važno je da regulatorna agencija precizno utvrdi opravdane troškove za nabavku električne energije potrebne za nadoknadu gubitaka, uzimajući u obzir aktuelne cene energije i stanje samog sistema.

IV STANJE DISTRIBUTIVNOG SISTEMA - DRUŠTVENI POKAZATELJI

Komercijalni kvalitet isporuke električne energije

ODS ima obavezu da obezbedi komercijalni kvalitet usluga korisnicima sistema, što podrazumeva pravovremeno pružanje usluga u skladu sa važećom regulativom, uključujući rešavanje zahteva za priključenje i prigovora korisnika sistema [1,4]. Iako ODS snosi odgovornost za priključenje, često se uočava da to ne čini u predviđenim rokovima, a takođe ni na prigovore korisnika ne reaguje u propisanim vremenskim okvirima. Zakon predviđa kazne za ODS u slučaju nepridržavanja rokova, ali se ove kazne retko primenjuju [1].

Korisnici najčešće podnose svoje zahteve u pisanoj formi, a trenutno nije razvijena digitalna platforma koja bi omogućila jednostavno podnošenje i praćenje statusa tih zahteva. Transparentnost u ovom procesu je niska, pa korisnici moraju često dolaziti u ODS kako bi rešavali svoje obaveze. Generalno, odnosi između ODS i korisnika sistema nisu uvek zadovoljavajući, jer informacije nisu lako dostupne, procedure su složene, duge i nedovoljno transparentne.

Potrebno je unaprediti komercijalni kvalitet ODS kroz ubrzanu i efikasnu reakciju na zahteve korisnika, pojednostavljenje radnih procedura, kao i kroz uvođenje specijalizovanih službi za rešavanje tih pitanja. Predložene izmene regulative, koje predviđaju uvođenje kazni za ODS u slučaju neispunjavanja zahteva za kvalitet, mogle bi značajno poboljšati ovu situaciju, pa je važno što pre implementirati te izmene.

Građanima i privredi mora biti omogućeno maksimalno pojednostavljenje svih procesa kako bi se odlučili na važna, ali ponekad izazovna ulaganja u energetska tranziciju. Da bi se to postiglo, trebalo bi uvesti sledeće mere:

- uspostaviti „jednu tačku“ za sve korisnike sistema, gde bi mogli da podnesu zahteve i završe čitav proces, od početka do kraja, bez potrebe za višestrukim kontaktiranjem različitih instanci,
- razviti online platformu na kojoj bi korisnici mogli da postavljaju pitanja, dostavljaju potrebnu dokumentaciju i prate status svog zahteva, čime bi se povećala transparentnost i ubrzao postupak,
- striktno poštovati definisane rokove za realizaciju zahteva korisnika, što bi omogućilo smanjenje administrativnih opterećenja i ubrzalo celokupni proces koji trenutno može biti iscrpljujući sa više koraka i dugim čekanjem.

Ove mere će olakšati građanima i privredi da se uključe u tranziciju i da daju svoj doprinos, čime će se stvoriti temelji za efikasan i pravičan proces energetske transformacije.

Pored toga, potrebno je ozbiljno raditi na poboljšanju dostupnosti

generalnih informacija o mogućnostima za učešće u energetske tranziciji. Takođe, važno je da lokalne samouprave, javna preduzeća i sve državne institucije prepoznaju potrebu da se usmere ka građanima i privredi i postanu pravi servis za njih. Ovaj pristup je ključan za uspešno sprovođenje energetske tranzicije. Za ostvarenje toga, zaposleni u institucijama treba da budu ljubazni, da pružaju tačne i blagovremene informacije, da budu dostupni, da redovno rade i da osiguraju transparentnost u svim procesima. Potrebno je ponovo izgraditi poverenje u javna preduzeća i državne institucije, jer bez toga napredak u energetske tranziciji neće biti moguć.

Zaposleni ODS

Na kraju 2023. godine, ODS je imao 8.626 zaposlenih [3], pri čemu je prosečna starost zaposlenih bila oko 50 godina. Ovaj podatak ukazuje na relativno stariji kolektiv koji se nije obrazovao prema potrebama energetske tranzicije, digitalizacije, dekarbonizacije i decentralizacije [3,7].

Za 2024. godinu, planirana sredstva za obuke i školovanje kadrova ODS bila su 23,37 miliona dinara, ali su rebalansom smanjena na 11 miliona dinara [2], što predstavlja drastičan pad. Ova suma iznosi svega 1.275 dinara po zaposlenom godišnje, što ukazuje na nedovoljna ulaganja u obrazovanje i usavršavanje kadrova.

S obzirom na to, sredstva za edukaciju moraju se povećati i usmeriti ka specifičnom obrazovanju zaposlenih. Potrebno je organizovati obuke kako za rad sa savremenom elektroenergetskom opremom, tako i za korišćenje softverskih alata i njihovih mogućnosti. Takođe, edukacija o energetske tranziciji i mehanizmima njenog sprovođenja mora biti prioritet. Javni sektor često pokazuje otpor prema novim pristupima u potrošnji i proizvodnji električne energije, kao i u upravljanju sistemom, zbog čega je od suštinske važnosti ulagati u edukaciju postojećih kadrova, ali i zapošljavanje novih stručnjaka. Javne institucije treba da vode tranziciju i podstiču svakog pojedinca da doprinese, jer bez toga energetska tranzicija neće biti moguća.

Takođe, treba uzeti u obzir činjenicu da je gotovo 1.000 zaposlenih starijih od 60 godina, koji će u narednim godinama otići u penziju [7]. Stoga je važno promovisati ODS kao atraktivnog poslodavca za mlade obrazovane ljude. Jedan od ključnih faktora za privlačenje tih kadrova je plata. Troškovi zarada zaposlenih u 2023. godini iznosili su 17,3 milijarde dinara, što znači da je prosečna plata bila 167 hiljada bruto, odnosno oko 100 hiljada neto [2]. Ovaj iznos spada u donji opseg plata za inženjere u Republici Srbiji, zbog čega ODS nije atraktivan poslodavac za mlade stručnjake. Ova situacija zahteva hitnu reakciju kako bi ODS bio spreman za izazove koji ga očekuju u svetlu energetske tranzicije.

V MODELI KORIŠĆENJA OIE U REPUBLICI SRBIJI

U Republici Srbiji postoje različiti modeli korišćenja OIE koji su regulisani važećom regulativom. Među njima su: proizvođač [1,4,11], kupac-proizvođač [1,4,11,12], aktivni kupac [1], zajednica OIE [1,11,13] i energetska zajednica građana [1].

Regulativa jasno definiše prava i obaveze proizvođača, kupaca-proizvođača i aktivnih kupaca, dok članovi zajednica OIE i energetskih zajednica građana zadržavaju svoja prava i obaveze u skladu sa važećim propisima.

Proizvođači električne energije

Snaga elektrana i raspoloživi kapaciteti za priključenje

Zakonom o korišćenju OIE [11] utvrđeno je da maksimalna snaga proizvođača koji se mogu priključiti na distributivni sistem iznosi 10 MW. Takođe, ODS je obavezan da ograniči priključenje elektrana koje koriste varijabilne OIE, tako da ukupna instalisana snaga elektrana na delu distributivnog sistema povezanog sa prenosnim sistemom ne prelazi 80% instalisane snage transformatorske stanice na mestu predaje između distributivnog i prenosnog sistema. Ovaj uslov važi pod pretpostavkom da ukupna aktivna snaga koja se predaje iz distributivnog u prenosni sistem na jednoj transformatorskoj stanici ne prelazi 16 MW. Međutim, ODS ne primenjuje ograničenje na kupce-proizvođače, već samo na elektrane.

Ova ograničenja stvaraju značajnu neizvesnost za investitore, jer ne postoje javno dostupni podaci o kapacitetima koji su dostupni za priključenje na pojedinačne trafostanice, niti postoje javno dostupne mape raspoloživih kapaciteta.

Zbog toga je potrebno precizno odrediti kapacitete za priključenje, objaviti mapu raspoloživih kapaciteta, kao i preispitati kriterijume za ograničenje snage elektrana. To podrazumeva razmatranje mogućnosti da se ograničenje od 80% i limit od 16 MW za injektiranje energije prošire pod određenim uslovima, kao i procenu tehničke izvodljivosti priključenja elektrana sa snagom većom od 10 MW na distributivni sistem.

Postupak priključenja na distributivni sistem

Proces priključenja na sistem je složen i obuhvata veliki broj koraka, od kojih mnogi donose dodatne troškove i često su dugotrajni. Na primer, izrada studije priključenja za prenosni sistem može koštati najmanje 50.000 evra, dok za distributivni sistem trošak može biti do 5.000 evra, u zavisnosti od snage elektrane, uz obaveznu bankarsku garanciju za ozbiljnost projekta [1,4]. Pored toga, postupak je često netransparentan, što može obeshrabriti investitore za ulaganje u proizvodnju električne energije.

Potrebno je preispitati opravdanost trenutnih procedura za priključenje, kao i trajanje i uslove koji se postavljaju, uključujući i troškove koji se zahtevaju od proizvođača. Na primer, cilj uvođenja inicijalnih troškova za izradu studije i bankarske garancije bio je da se odstrane nesigurni investitori, ali ovakvi uslovi otežavaju poslovanje i onima koji su sigurni u svoje projekte. Stoga bi trebalo razmotriti nove pristupe koji bi smanjili opterećenje za investitore.

Takođe, važno je da svi uslovi i troškovi za priključenje budu jasni i transparentni. Takođe, postoji potreba za unapređenjem, ubrzavanjem i digitalizovanjem svih faza procesa priključenja, od izdavanja licenci i dozvola, preko priključenja na sistem, pa sve do uređivanja pristupa sistemu i balansne odgovornosti.

Odlaganje postupka priključenja

Prema Zakonu o korišćenju OIE [11], ako analiza adekvatnosti, kao deo plana razvoja prenosnog sistema, pokaže da postoji rizik po stabilnost elektroenergetskog sistema zbog nedostatka rezerve za balansiranje, ODS je dužan da odloži postupak priključenja za elektrane koje koriste varijabilne OIE.

Međutim, odlaganje priključenja na distributivni sistem ne odnosi se na elektrane koje ispunjavaju sledeće uslove:

- instalisana snaga manja od 400 kW,
- obezbeđen je novi kapacitet za pomoćnu uslugu sekundarne rezerve (iz postojećih kapaciteta sopstvenih ili drugih učesnika na tržištu) koji će biti ponuđen operatoru prenosnog sistema za sekundarnu regulaciju frekvencije i razmene snage,
- obezbeđeno je skladište električne energije čiji kapacitet iznosi najmanje 20% instalisane snage elektrane koja koristi varijabilne OIE, uz minimalni kapacitet skladišta od 0,4 MWh/MW instalisane snage.

S obzirom na to da postavljeni uslovi za odlaganje priključenja mogu značajno poskupeti investiciju, potrebno je revidirati njihovu opravdanost u kontekstu energetske tranzicije. U najmanju ruku, svaki slučaj treba razmatrati pojedinačno. Na primer, za elektranu koja se gradi u blizini potrošnje, uslovi za odlaganje nisu nužni, dok bi za elektranu koja je udaljena od potrošnje i negativno utiče na sistem, kao što je izazivanje zagušenja ili otežano balansiranje, bilo potrebno da ispuni određene uslove, ali ne bi trebalo zahtevati iste uslove za sve elektrane kao da su sve u najnepovoljnijem mogućem scenariju za sistem.

Operativna ograničenja

Operator prenosnog sistema može, za elektrane priključene na prenosni sistem, kao i za deo distributivnog sistema kojim upravlja operator prenosnog sistema, uvesti operativna ograničenja u isporuci proizvedene električne energije [4]. Ova ograničenja služe kao zaštita sistema, pomažu u sprečavanju zagušenja i oslobađanju kapaciteta za priključenje novih korisnika sistema koji doprinose energetskej tranziciji. Međutim, da bi bila efikasna, ograničenja moraju biti jasno definisana i unapred ugovorena sa proizvođačem, kako bi on mogao da planira rad svog proizvodnog objekta, uzimajući u obzir potencijalna ograničenja u određenim delovima godine.

Prilikom određivanja tehničkih uslova za priključenje svakog proizvodnog objekta iz OIE, potrebno je uzeti u obzir čitav elektroenergetski sistem, kao i specifične uslove na mikrolokaciji objekta, kako bi se obezbedili optimalni tehnički i finansijski uslovi za priključenje. Takođe, meru operativnih ograničenja trebalo bi primeniti i na distributivni sistem, kako za elektrane, tako i za kupce-proizvođače i aktivne kupce.

Jedan od mogućih pravaca za rešavanje ovog problema bio bi razvoj "uslovnog priključenja na sistem". To bi značilo da bi se proizvodni objekti iz OIE priključili uz određeno ograničenje, gde ne bi mogli da plasiraju punu snagu tokom cele godine, već bi bila ograničena u skladu sa uslovima sistema. Ako ovakvo rešenje ne bude razvijeno, veliki broj proizvodnih objekata iz OIE neće moći da se priključi, jer trenutni uslov za priključenje uključuje mogućnost punog plasmana snage tokom cele godine.

Pristup sistemu i balansna odgovornost

Proizvođači električne energije zaključuju ugovor sa ODS kako bi obezbedili pristup sistemu, ali nemaju troškove pristupa, jer nije propisano obračunavanje troškova za energiju koju proizvođači isporučuju u sistem [5,14].

Pored toga, proizvođači moraju postati balansno odgovorne strane, što znači da su obavezni da zaključe ugovor sa operatorom prenosnog sistema. Takođe, moraju položiti sredstva obezbeđenja u iznosu od milion evra ili preneti balansnu odgovornost na drugu balansno odgovornu stranu [1, 15].

Dodatne mogućnosti za unapređenje poslovanja proizvođača električne energije

Potrebno je razviti model koji bi omogućio većem broju proizvođača iz OIE da se priključe na elektroenergetski sistem, pri čemu bi trebalo obezbediti predvidljivost perioda otplate i prihoda tokom životnog veka, u skladu sa tržišnim uslovima i mogućnostima za proizvodnju. Ovaj model treba da bude održiv, u smislu stabilnosti snabdevanja i pouzdanosti sistema.

Takođe, važno je razviti održiv model primene i popularizovati PPA ugovore, jer oni mogu obezbediti bankabilnost projekata i time olakšati finansiranje, kao i predvidljivost troškova i prihoda na duži vremenski period, kako za proizvođače, tako i za snabdevače i privredu u celini. Pored toga, potrebno je detaljno razraditi model direktnog voda, koji će omogućiti jasno definisanje ko može da ga koristi, uslove za njegovu izgradnju, način proizvodnje i isporuke električne energije, kao i snabdevanje kupaca povezanih na ovaj sistem.

Kupci-proizvođači

Kupci-proizvođači su korisnici elektroenergetskog sistema i učesnici na tržištu električne energije [1]. Mogu se podeliti u tri kategorije: domaćinstva, stambene zajednice i ostale [11,12,16].

Način rada kupaca-proizvođača

Pošto kupci-proizvođači priključuju svoje proizvodne objekte na unutrašnje instalacije, deo proizvedene električne energije se koristi unutar samog objekta. U situacijama kada proizvodnja objekta nije dovoljna da zadovolji potrebe kupaca-proizvođača, on ima pravo da povuče električnu energiju iz elektroenergetskog sistema. Takođe, ukoliko proizvodni objekat generiše više električne energije nego što je potrebno kupcu-proizvođaču, on može višak energije isporučiti u elektroenergetski sistem.

Snaga proizvodnog objekta kupaca-proizvođača

Kupci-proizvođači instaliraju proizvodne objekte koji generišu električnu energiju iz OIE. Do sada su se najviše odlučivali za solarne elektrane [16], ali moguće je koristiti i druge izvore, kao što su vetroelektrane, hidroelektrane ili elektrane na biogas. Maksimalna snaga proizvodnog objekta ne može premašiti odobrenu snagu priključka, koja je limitirana na 10,8 kW za domaćinstva i 150 kW za ostale kupce-proizvođače [11].

Aktivni kupac, kako je definisano Zakonom o energetici [1], može instalirati elektranu sa većom snagom od 150 kW, ali mora ispuniti brojne obaveze, što može obeshrabriti potencijalne investitore.

Trenutni maksimalni limiti snage za proizvodne objekte kupaca-proizvođača izazivaju dva problema:

- kupci-proizvođači sa manjim proizvodnim objektima suočavaju se sa prestrogim uslovima za priključenje.
- zbog nedostatka informacija, neki kupci-proizvođači prave veće elektrane nego što im je potrebno, što može dovesti do zagušenja u sistemu i potrebe za velikim

ulaganjima u infrastrukturu kako bi se omogućio priključak novih kapaciteta iz OIE.

Kako bi se rešili ovi problemi, potrebno je povećati maksimalnu snagu proizvodnog objekta za kupce-proizvođače, čime bi im se omogućilo da efikasnije pokriju deo svoje potrošnje i smanje pritisak na sistem. Time bi se postiglo smanjenje gubitaka jer bi energija bila proizvedena na mestu potrošnje, a kupci-proizvođači bi imali i finansijske koristi.

Takođe, granica između kupaca-proizvođača i aktivnog kupca trebala bi se pomeriti prema snazi za koju nije potrebna baterija, u skladu sa Zakonom o korišćenju OIE (400 kW) [11], a još bolje bi bilo pomeriti granicu između proizvodnih modula tipa A i B [17].

Kao dodatak, trebalo bi razviti online alat koji će kupcima-proizvođačima omogućiti jednostavno i brzo određivanje optimalne snage proizvodnog objekta. Ovaj alat bi moglo razviti neko nezavisno telo (Ministarstvo, Agencija, Fakultet ili drugo) pri čemu bi služio kao validan i koristan resurs za sve zainteresovane.

Priključenje na sistem

Pitanje sticanja statusa kupaca-proizvođača zavisi od vrste kupaca-proizvođača i vrsta priključenja koja im je dozvoljena. Stambene zajednice svoje proizvodne objekte priključuju direktno na elektroenergetski sistem i celokupnu energiju isporučuju u sistem, dok individualna domaćinstva i ostali kupci-proizvođači priključuju svoje proizvodne objekte na unutrašnje instalacije [11,12,18].

Za sve kupce-proizvođače, organ nadležan za izdavanje građevinske dozvole izdaje rešenje o odobrenju za izvođenje radova za elektrane snage do 50 kW i za postrojenja snage preko 50 kW koja proizvode energiju iz OIE za potrebe krajnjeg kupca [18]. Za ove projekte nije potrebna građevinska dozvola, niti licenca za proizvodnju električne energije, što olakšava proceduru.

Kupci-proizvođači sa proizvodnim objektima manjim od 10,8 kW imaju pojednostavljene uslove za priključenje, dok ostali imaju složenije uslove [19-22]. Takođe, krajnji kupac ima pravo da ovlasti treće lice (npr. izvođača radova) da u njegovo ime završi ceo administrativni postupak, što može biti korisno za ubrzanje procesa.

Za efikasno sprovođenje celokupnog procesa, neophodno je da ODS bude ažuran, savestan i organizovan kako bi zahtevi za priključenje kupaca-proizvođača bili sprovedeni u razumnom roku. Takođe, izvođači moraju biti odgovorni i ažurni prilikom izvođenja radova. Krajnji kupac mora biti u potpunosti upoznat sa svim procedurama i koordinirati sve potrebne korake.

Za kupce-proizvođače sa proizvodnim objektima male instalisane snage (manje od 10,8 kW), trebalo bi unapred definisati sve uslove, spisak opreme koja se može koristiti i omogućiti im da postupak obave bez administrativnih prepreka. Nakon toga, ODS bi samo trebalo da proveri da li je sve urađeno u skladu sa uputstvima. Ovo bi znatno rasteretilo administraciju i ubrzalo postupak za kupce-proizvođače.

Snabdevanje kupaca-proizvođača i obračun električne energije

Kupci-proizvođači imaju obavezu zaključenja ugovora o potpunom snabdevanju sa izabranim snabdevačem. Domaćinstva i stambene zajednice koriste neto merenje, dok ostali kupci-proizvođači koriste neto obračun [11,12]. Na osnovu ovog

ugovora, snabdevač je odgovoran za isporuku i preuzimanje električne energije, kao i za balansnu odgovornost [1]. Kupci-proizvođači nemaju obavezu prema snabdevaču zbog odstupanja od plana rada, a snabdevač svaki mesec obračunava neto energiju kao razliku između preuzete i isporučene energije. Višak energije koji kupac-proizvođač isporuči u sistem može se preneti u naredni mesec, a višak na kraju perioda za poravnanje potraživanja koji traje od 1. aprila do 31. marta naredne godine predaje se snabdevaču bez naknade [11,12].

Električna energija, naknade i porezi se kupcu-proizvođaču obračunavaju na neto električnu energiju, dok se pristup sistemu obračunava na celokupnu električnu energiju preuzetu iz sistema.

Za optimizaciju perioda povrata investicije i prihoda tokom životnog veka proizvodnje elektrane, potrebno je analizirati trenutni model obračuna putem neto merenja i neto obračuna. Takođe, treba omogućiti da višak energije nakon perioda poravnanja bude plaćen kupcu-proizvođaču i da se pristup sistemu obračunava na neto električnu energiju, što bi stimulisalo veće ulaganje u OIE projekte.

Edukacija kupaca-proizvođača je ključna za njihovu finansijsku isplativost. Korišćenje sopstvene proizvodnje energije u periodima kada je najviše generišu omogućava uštede i smanjuje potrebu za kupovinom energije od snabdevača. Time ne samo da povećavaju svoje finansijske uštede, već i doprinose smanjenju opterećenja elektroenergetskog sistema i skraćuju period otplate investicije.

Merenje električne energije

Trenutni sistem merenja za kupce-proizvođače se fokusira samo na razmenu električne energije između kupaca-proizvođača i elektroenergetskog sistema (preuzimanje i isporuka), a ne na ukupnu proizvodnju energije koju kupac-proizvođač generiše [11,12,23]. Iako postoje algoritmi za procenu ukupne proizvedene energije [24], oni nisu potpuno precizni i ne daju realnu sliku o ukupnoj proizvodnji sa proizvodnih objekata.

Da bi se postigla tačnost u merenju i obezbedila precizna analiza energetske miksa Republike Srbije, neophodno je unaprediti sistem merenja. To bi se postiglo uvođenjem dodatnog mernog uređaja koji bi precizno merio ukupnu proizvodnju energije kupaca-proizvođača, a ne samo razmenu sa sistemom. Ovaj uređaj treba da omogući praćenje svih relevantnih podataka, kao što su proizvedena energija, preuzeta energija i isporučena energija, sa 15-minutnim intervalom očitavanja podataka.

Ova unapređenja omogućila bi bolje praćenje potrošnje i proizvodnje kupaca-proizvođača, što bi doprinelo preciznijem izveštavanju o energetske potrošnji i proizvodnji na nacionalnom nivou, kao i boljoj optimizaciji rada elektroenergetskog sistema.

Stambene zajednice kao kupci-proizvođači

Kako bi se iskoristio veliki potencijal stambenih zajednica u Republici Srbiji, neophodno je olakšati uslove za priključenje na elektroenergetski sistem i pojednostaviti administrativne procedure. S obzirom na to da postoji više od 5.000 stambenih zajednica [25], a samo četiri od njih funkcionišu kao kupci-proizvođači [16], važno je omogućiti članovima stambenih zajednica da na svojim posebnim delovima objekta izgrade proizvodne sisteme iz OIE i priključe ih na interne instalacije. Ovim korakom bi stambene zajednice postale samostalni kupci-proizvođači, čime bi se povećala njihova

energetska efikasnost i doprinos energetske tranziciji [26].

Takođe, potrebno je omogućiti zakup zajedničkih delova stambenih zgrada za izgradnju elektrana iz OIE, što bi značajno doprinelo ubrzanju energetske tranzicije. Ovaj pristup omogućio bi korišćenje neiskorišćenih krovova i drugih zajedničkih prostora za instalaciju proizvodnih objekata iz OIE, što bi povećalo energetske autonomiju i smanjilo zavisnost od centralizovanog snabdevanja.

Uz ove mere, bilo bi korisno regulativom definisati obavezne standarde za nove građevinske projekte, kako bi se olakšala kasnija instalacija solarnih sistema. Na primer, trebalo bi osigurati da sve nove zgrade budu „solar ready“, što bi omogućilo bržu i jednostavniju ugradnju solarnih panela. Dodatno, mogla bi se uvesti obavezna ili stimulativna politika za instalaciju solarnih sistema u određenim vrstama objekata, sa jasno definisanim rokovima i kriterijumima za sve:

- nove javne i poslovne objekte čija korisna površina prelazi propisanu granicu, počev od određene godine,
- postojeće javne i poslovne objekte čija korisna površina prelazi određenu vrednost, počev od određene godine,
- nove stambene objekte, počev od određene godine.

Ove mere ne samo da bi podstakle širu upotrebu OIE, već bi osigurale da energetska tranzicija bude sistemski integrisana u urbanističke i građevinske planove, čime bi se postigao održiviji i energetski efikasniji razvoj.

Aktivni kupci

Da bi se stvorio povoljan okvir za razvoj aktivnih kupaca i omogućila im se veća autonomnost, potrebno je rešiti nekoliko ključnih barijera:

- potrebno je precizno definisati status i obaveze aktivnih kupaca kroz propise, kako bi se eliminisale nejasnoće i omogućilo jednostavno prepoznavanje i implementacija ovog statusa. Jasna pravila pomoći će krajnjim kupcima da lakše postanu aktivni kupci,
- aktivni kupci trenutno imaju iste procedure za priključenje kao proizvođači, što može biti administrativni izazov. Potrebno je razmotriti olakšanje tih procedura i smanjenje obaveza, naročito za industrijske kupce koji žele postati delimično autonomni,
- granica snage između kupaca-proizvođača i aktivnog kupca trenutno je 150 kW, što je premala vrednost kako je opisano u prethodnom poglavlju,
- aktivni kupci mogu pružati pomoćne usluge, kao što su redišpećing ili upravljanje potrošnjom što im može doneti značajne uštede i prihode, čime bi se podstakao njihov razvoj. Potrebno je omogućiti im olakšice za učešće u ovim mehanizmima,
- potrebno je pojednostaviti administrativne procedure za aktivne kupce.

Kroz ove korake bi se omogućilo većem broju krajnjih kupaca da postanu aktivni, smanjujući zavisnost od sistema i čineći elektroenergetski sistem efikasnijim i stabilnijim.

Zajednice OIE i energetske zajednice građana

Zajednice imaju ključna prava i obaveze koja omogućavaju njihov doprinos energetske tranziciji, a to uključuje:

- pravo na proizvodnju, potrošnju, skladištenje i prodaju električne energije,
- pravo na pristup svim tržištima energije, bilo direktno ili preko agregatora, na nediskriminatoran način,
- druga prava i obaveze koja se odnose na povlašćenog proizvođača [1,11].

Razlika između zajednica OIE i energetske zajednice građana leži u tome što zajednice OIE moraju izgraditi proizvodni objekat iz OIE, dok u energetskim zajednicama građana nije obavezno da se proizvodi energija iz OIE.

Zajednice OIE su propisima definisane pre više od dve godine, ali do sada nijedna nije formirana. Stoga je važno promovisati ove zajednice kako bi se što više lokalnih samouprava uključilo, kao i širi broj fizičkih i pravnih lica. Smatra se da će ovaj model prvo biti primenjen u lokalnim samoupravama, a zatim se proširiti među fizičkim i pravnim licima. Putem zajednica OIE, moguće je povećati udeo OIE u energetskom miksu na održiv način, jer će se proizvodni objekti graditi u blizini mesta potrošnje, što je ključno za smanjenje negativnih efekata na elektroenergetski sistem [13].

Takođe, važno je razmisliti o proširenju i omogućiti da stanovnici drugih lokalnih samouprava mogu učestvovati u zajednicama, u skladu sa Direktivama EU.

Promocija energetske zajednice građana je takođe ključna, jer one omogućavaju postizanje ciljeva zaštite životne sredine, smanjenja zagađenja i unapređenja energetske efikasnosti kroz korišćenje OIE. Članovi ovih zajednica ostvaruju uštede, što ih dodatno motiviše da investiraju. Oni koji su skeptični mogu početi sa minimalnim investicijama u OIE, a kako se uveravaju u koristi, mogu povećati svoj ulog. Ovo je odličan način za širenje svesti o energetske tranziciji i njenim prednostima.

VI ALTERNATIVE ZA FLEKSIBILNOST

Kako se broj novih korisnika elektroenergetskog sistema povećava, uključujući proizvođače električne energije iz OIE, kupce-proizvođače, skladišta energije, punionice električnih vozila i druge, suočavamo se sa značajnim izazovima u planiranju i upravljanju elektroenergetskim sistemom. Promene u strukturi potrošnje i proizvodnje električne energije, koje su rezultat energetske tranzicije, stvaraju dodatne poteškoće u balansiraju sistema, povećavajući gubitke i otežavaju efikasno upravljanje. Osim toga, zbog varijabilnosti izvora energije, kao što su solarne i vetroelektrane, postaje teže precizno predvideti količine energije koje će biti proizvedene u određenim vremenskim intervalima.

Ovi izazovi donose neophodnost ulaganja u modernizaciju infrastrukture, kao i u razvoj novih mehanizama i tehnologija koji će omogućiti stabilno i sigurno funkcionisanje sistema. Povećani operativni troškovi i potrebne investicije u kapacitete dovode do smanjenja raspoloživih slobodnih kapaciteta za priključenje novih korisnika. U tom kontekstu, ključno je raditi na povećanju fleksibilnosti sistema kako bi se uspešno odgovorilo na ove nove izazove. U tom svetlu domaćim propisima definisani su različiti tržišni mehanizmi koji doprinose fleksibilnosti sistema a koji će biti opisani u produžetku.

Agregatori

Krajnji kupci, kupci-proizvođači, proizvođači, skladišta energije i

drugi učesnici na tržištu mogu se objediniti u agregatorske grupe putem agregatora, što omogućava lakši plasman električne energije na tržištu (ukrupnjavanje ponude), pružanje pomoćnih usluga operatoru sistema, kao što su redispečing, ili postupanje po nalogu agregatora u cilju smanjenja troškova debalansa. Članovi agregatorske grupe primaju naloge od agregatora kada je potrebno povećati ili smanjiti njihovo preuzimanje ili isporuku električne energije u elektroenergetski sistem, za šta ostvaruju finansijske nadoknade, popuste na električnu energiju i slične benefite [1, 27].

Agregatorske grupe mogu imati ključnu ulogu u optimizaciji upravljanja sistemom, naročito u smanjenju zagušenja u sistemu i smanjenju troškova debalansa za balansno odgovorne strane. Stoga je važno sprovesti edukaciju kako među građanima, tako i među privrednicima, o važnosti agregatora i podsticati razvoj agregatorskog poslovanja u Republici Srbiji.

Skladištari

Skladišta energije [1] igraju ključnu ulogu u energetske tranziciji, posebno u sistemima sa velikim udelom proizvodnje iz OIE. Pored finansijskih interesa vlasnika skladišta, snabdevača i balansno odgovornih strana, skladišta imaju značajnu ulogu u balansiranju elektroenergetskog sistema, kao i u pružanju usluga redispečinga i pomoćnih usluga, koje omogućavaju efikasno upravljanje potrošnjom i proizvodnjom.

U tom kontekstu, od suštinskog je značaja sprovesti edukaciju među građanima i privrednicima o značaju skladištenja energije i njegovim prednostima, kako bi se podstakla ulaganja u ovu tehnologiju. Takođe, potrebno je motivisati skladištare da započnu poslovanje u Republici Srbiji, jer njihovo učešće može značajno doprineti energetske tranziciji, olakšavajući upravljanje sistemom i rad balansno odgovornih strana.

Tržište pomoćnih usluga i redispečing

Redispečing i pomoćne usluge [1] predstavljaju ključne mehanizme u upravljanju elektroenergetskim sistemom sa značajnim udelom distribuirane proizvodnje iz varijabilnih izvora energije. Ovi alati omogućavaju efikasno upravljanje sistemom kroz optimizaciju postojećih resursa - proizvodnih objekata, potrošnje i skladišta, čime se doprinosi stabilnosti sistema i integraciji novih kapaciteta iz OIE uz minimalna ulaganja u infrastrukturu.

Kako bi se omogućila efikasna implementacija ovih mehanizama, neophodno je razviti tržište pomoćnih usluga i redispečinga, kao i uspostaviti sistem koji bi omogućio procenu potrebe za ovim uslugama, izdavanje naloga za redispečing i praćenje njihove realizacije. Pored toga, edukacija učesnika na tržištu koji mogu pružati ove usluge je od ključnog značaja, kao i podsticanje njihovog aktivnog angažovanja. Takođe, potrebno je razviti isplativ model koji će motivisati tržišne učesnike da pruže ove usluge operatoru sistema, čime bi se olakšalo upravljanje elektroenergetskim sistemom i podržao proces energetske tranzicije.

Upravljanje potrošnjom

Tradicionalni pristup upravljanju elektroenergetskim sistemom podrazumevao je da se proizvodnja energije prilagođava potrošnji, što je bilo omogućeno dominacijom fosilnih goriva u proizvodnji i relativnom predvidljivosti potrošnje. Ovaj sistem je omogućavao efikasno upravljanje bez većih poremećaja. Međutim, energetska tranzicija, koja uključuje integraciju

distribuiranih izvora energije i promene u obrascima potrošnje, donosi nove izazove. Promene u potrošnji, kao što su unapređenje energetske efikasnosti, uvođenje novih uređaja i tehnologija, kao i razvoj sistema za skladištenje energije, izazivaju promene u tokovima snage unutar distributivnog sistema, što otežava njegovo upravljanje. Zagušenja i povećani gubici postaju česti problemi, čime je postalo neophodno prilagoditi potrošnju proizvodnji.

Efikasno upravljanje opterećenjem sistema postaje ključno kako bi se rasteretile ili dodatno opteretile određene tačke u sistemu, naročito u oblastima gde se javljaju zagušenja. Ovakvo upravljanje omogućava oslobađanje kapaciteta za priključenje novih korisnika uz minimalna ulaganja u infrastrukturu i smanjenje gubitaka. U tom smislu, razvijanje šema upravljanja potrošnjom, kako sa regulatorne tako i sa tehničke strane, postaje prioritet.

Svi korisnici sistema koji žele da doprinesu energetske tranziciji, dok istovremeno maksimiziraju svoje uštede, moraju pratiti različite signale tržišta. Na primer, industrijski objekti treba da upravljaju mašinama, dok domaćinstva treba da prilagode rad sistema za grejanje i hlađenje prema signalima, a ne prema trenutnim željama korisnika. Ovaj aspekt energetske tranzicije često predstavlja prepreku, jer korisnici često nisu spremni da se odreknu svog komfora u cilju ubrzanja energetske tranzicije i postizanja ušteda. Zbog toga je nužno sprovesti edukacije koje će korisnicima omogućiti bolje razumevanje njihovog doprinosa društvu, kroz smanjenje uticaja na životnu sredinu i ostvarivanje sopstvenih ušteda.

Mogućnosti udruživanja i prodaje električne energije za napajanje susednih objekata

Regulativa prepoznaje energetske zajednice građana i zajednice OIE kao oblik udruživanja, međutim, neophodno je dalje razvijati koncepte koji omogućavaju efikasnije upravljanje energijom, kao što su koncepti peer-to-peer [28] snabdevanja i iznajmljivanja krovova. Peer-to-peer snabdevanje omogućava direktnu razmenu električne energije između korisnika u susednim objektima, čime se smanjuje potreba za korišćenjem centralizovanih mreža i doprinosi većoj autonomnosti korisnika. S druge strane, iznajmljivanje krovova omogućava trećim stranama, koje žele da investiraju u OIE, ali nemaju prostor za instalaciju opreme, da iskoriste krovove drugih objekata za postavljanje svojih sistema, poput solarnih panela.

Ovaj model može značajno olakšati upravljanje elektroenergetskim sistemom, smanjujući uticaj varijabilnih izvora energije na naponske prilike i smanjujući gubitke u sistemu. Dodatno, omogućava bolju raspodelu energije, jer se proizvodnja može odvijati u neposrednoj blizini potrošnje.

Kako bi ovi koncepti mogli postati efektivni, neophodno je da se u Republici Srbiji, kako na regulatornom, tako i na praktičnom nivou, razvijaju i implementiraju okviri koji omogućavaju ovakve oblike udruživanja i poslovanja.

Dinamičke tarife

U cilju ubrzanja energetske tranzicije, sve više se razmatra primena koncepta dinamičkih tarifa [1,10] za pristup elektroenergetskom sistemu i prodaju električne energije. Dinamičke tarife imaju za cilj da odražavaju realnu situaciju na

tržištu i u elektroenergetskom sistemu, pri čemu bi cene bile niže kada je ponuda energije veća, a više kada je potražnja ili opterećenje sistema veće. Ovaj pristup omogućava veću fleksibilnost sistema i efikasnije upravljanje njegovim radom, čime se doprinosi stabilnosti i optimizaciji.

Početna primena dinamičkih tarifa može se očekivati u industriji, budući da je u privredi lakše upravljati procesima koji su povezani sa potrošnjom električne energije. Takođe, industrijski subjekti suočavaju se sa višim cenama energije u poređenju sa domaćinstvima, što čini primenu dinamičkih tarifa ekonomičnijom za ovaj sektor.

Kako bi se uspešno implementirao ovaj koncept, potrebno je intenzivirati rad na razvoju dinamičkih tarifa i obezbediti odgovarajuće preduslove za njihovu primenu. Osim toga, važan je i proces edukacije koji bi uključivao kako domaćinstva, tako i privredu, snabdevače, agregatore, ODS, balansno odgovorne strane i druge učesnike. Dinamičke cene mogu značajno doprineti ubrzanju energetske tranzicije kroz rasterećenje sistema, lakše upravljanje, sprečavanje zagušenja u mreži i oslobađanje kapaciteta za priključenje novih korisnika sistema, čime se omogućava efikasnije korišćenje postojećih resursa i doprinos održivosti energetskog sistema.

VII ZAKLJUČAK

Neophodnost energetske tranzicije je neupitna i predstavlja ključni korak ka održivom razvoju. Da bi se uspešno sproveda, potrebno je preduzeti sveobuhvatan pristup koji uključuje kadrovska, tehnička i finansijska poboljšanja u oblasti ODS i samog distributivnog sistema. To podrazumeva ulaganja u infrastrukturu, proizvodne objekte za proizvodnju električne energije iz OIE, kao i u tržišne mehanizme koji omogućavaju i podržavaju ovu tranziciju.

Osim toga, neophodno je temeljno preispitati postojeću regulativu koja se odnosi na proizvodne objekte iz OIE, kao i na tržište električne energije, kako bi se stvorili povoljniji uslovi za priključenje novih objekata na elektroenergetski sistem. S obzirom na rastuću potrebu za smanjenjem administrativnih barijera, važno je pojednostaviti procedure za priključenje i redovan rad tih objekata. Time bi se omogućilo korisnicima sistema, koji žele da učestvuju u energetske tranziciji, da to učine na jednostavan i ekonomski isplativ način, bez potrebe za neosnovano visokim investicijama i operativnim troškovima. Takođe, cena električne energije treba da odražava stvarne troškove i podstakne građane na aktivnije učešće u energetske tranziciji, kako kroz direktne uštede, tako i kroz dodatne prihode od tržišnih mehanizama. Ove promene će doprineti bržem razvoju energetske tranzicije i efikasnijem korišćenju OIE.

ZAHVALNICA

Autorke izražavaju zahvalnost Evropskoj fondaciji za klimu (*European Climate Foundation*) na podršci u realizaciji ove studije i naučnog rada. Takođe, druga i treća autorka izražavaju zahvalnost Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije za njihovu finansijsku podršku.

LITERATURA

- [1] Zakon o energetici, ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon, 40/2021, 35/2023 - dr. Zakon, 62/2023 i 94/2024),

- https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_energetici.html [pristupljeno 05.12.2024]
- [2] Izmene i dopune trogodišnjeg programa poslovanja Elektrodistribucije Srbije za period 2024-2026, https://elektrodistribucija.rs/ona/informacije/informacije_o_poslovanju/dokumenta/Izmene_3PP_2024-2026.pdf [05.12.2024]
- [3] Izveštaj o radu Agencije za energetiku Republike Srbije za 2023. godinu, <https://www.aers.rs/Files/Izvestaji/Godisnji/Izvestaj%20Agencije%202023.pdf> [pristupljeno 05.12.2024]
- [4] Uredba o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom, ("Sl. glasnik RS", br. 84/2023), https://www.paragraf.rs/propisi/uredba_o_uslovima_iskoruke_i_snabdevanja_a_elektricnom_energijom.html [pristupljeno 05.12.2024]
- [5] Metodologija za određivanje cene pristupa sistemu za distribuciju električne energije, <https://www.aers.rs/metodologije-za-odre%C4%91ivanje-cena-1> [05.12.2024]
- [6] Cena pristupa sistemu za distribuciju električne energije, <https://elektrodistribucija.rs/usluge/dokumenta/2025-10-01%20Cenovnik%20EDS.pdf> [pristupljeno 05.12.2024]
- [7] Godišnji izveštaj o poslovanju Elektrodistribucije Srbije za 2023. godinu, https://elektrodistribucija.rs/ona/informacije/informacije_o_poslovanju/dokumenta/Final%20Godi%C5%A1nji%20Izve%C5%A1taj%20o%20poslovanju%20za%202023%20godinu%20sa%20Odlukom-potpisan.pdf [pristupljeno 05.12.2024]
- [8] Direktiva EU 944, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/944/oj> [pristupljeno 05.12.2024]
- [9] Grujić, D., Kuzman, M., Đurišić, Ž. Unapređivanje načina obračuna pristupa distributivnom sistemu električne energije, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 24, No. 4, pp. 28-37, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-4.28G>
- [10] Grujić, D., Kuzman, M., Đurišić, Ž. Upotreba cenovnih signala u cilju ubrzanja energetske tranzicije, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 24, No. 4, pp. 11-18, 2024. <https://doi.org/10.46793/EEE24-4.11G>
- [11] Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Sl. glasnik RS", br. 40/2021 i 35/2023), <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-korisnjenju-obnovljivih-izvora-energije.html> [pristupljeno 05.12.2024]
- [12] Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca – proizvođača i snabdevača, "Službeni glasnik RS", br. 83 od 27. avgusta 2021, 74 od 1. jula 2022, <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2021/83/1/reg> [pristupljeno 05.12.2024]
- [13] Kuzman, M., Grujić, D. Uloga zajednica obnovljivih izvora energije u energetske tranziciji, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 25, No. 1, pp. 40-50, 2023. <https://doi.org/10.46793/EEE23-1.40K>
- [14] Metodologija za određivanje cene pristupa sistemu za prenos električne energije, <https://www.aers.rs/metodologije-za-odre%C4%91ivanje-cena-1> [pristupljeno 05.12.2024]
- [15] Pravila o radu tržišta električne energije, <https://ems.rs/wp-content/uploads/2022/12/Pravila-o-rad-trzista-elektrcn-1.pdf> [pristupljeno 05.12.2024]
- [16] Registar kupaca-proizvođača, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, <https://elektrodistribucija.rs/pdf/DOMACINSTVA.pdf> [pristupljeno 05.12.2024]
- [17] Uredba o mrežnim pravilima koja se odnose na priključenje na mrežu proizvodnih jedinica ("Sl. glasnik RS", br. 95/2022), http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/2022_08/SG_095_2022_002.htm [pristupljeno 05.12.2024]
- [18] Pravilnik o posebnoj vrsti objekata i posebnoj vrsti radova za koje nije potrebno pribavljati akt nadležnog organa, kao i vrsti objekata koji se grade, odnosno vrsti radova koji se izvode, na osnovu rešenja o odobrenju za izvođenje radova, kao i obimu, sadržaju i kontroli tehničke dokumentacije koja se prilaže uz zahtev i postupku koji nadležni organ sprovodi ("Sl. glasnik RS", br. 87/2023 i 16/2024), <https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik-posebne-vrste-objekata-radova-za-koje-nije-potrebno-pribavljati-akt.html> [pristupljeno 05.12.2024]
- [19] Uputstvo za priključenje kupaca-proizvođača koji su domaćinstva, <https://energetskiportal.rs/uputstvo-za-individualna-domacinstva-o-nacinu-sticanja-statusa-kupac-proizvodjac/> [pristupljeno 05.12.2024]
- [20] Uputstvo za priključenje kupaca-proizvođača koji su stambene zajednice, <https://elektrodistribucija.rs/usluge/postupak-prikljucenja-na-dsee/postupak->

- [sticanja-statusa-kupca-proizvodjaca/stambene_zajednice](#) [pristupljeno 05.12.2024]
- [21] Uputstvo za priključenje kupaca-proizvođača sa proizvodnim objektom od 10,8 do 50 kW, https://elektrodistribucija.rs/usluge/postupak-priključenja-na-dsee/postupak-sticanja-statusa-kupca-proizvodjaca/objekti_koji_nisu_domacinstva [pristupljeno 05.12.2024]
- [22] Opšti tehnički uslovi za priključenje proizvodnih objekata kupaca-proizvođača, <https://elektrodistribucija.rs/pdf/Opsti%20uslovi.pdf> [pristupljeno 05.12.2024]
- [23] Funkcionalni zahtevi i tehničke specifikacije AMI/MDM sistema, sveska 1, Tehničke specifikacije brojala električne energije i komunikacionih uređaja, https://elektrodistribucija.rs/interni_standardi/pravila/Functional_requirements_AMI_MDM_system_version_3.0_sr_F1.pdf [pristupljeno 05.12.2024]
- [24] Pravilnik o načinu vođenja registra kupaca – proizvođača priključenih na prenosni, distributivni, odnosno zatvoreni distributivni sistem i metodologiji za procenu proizvedene električne energije u proizvodnom objektu kupca – proizvođača ("Sl. glasnik RS", br. 33/2022), <https://www.paragraf.rs/dnevne-vesti/290422/290422-vest11.html> [pristupljeno 05.12.2024]
- [25] Jedinstvena evidencija stambenih zajednica u Republici Srbiji, <https://katastar.rgz.gov.rs/stambenezajednice/> [pristupljeno 05.12.2024]
- [26] Grujić, D., Kuzman, M. Stambena zajednica u ulozi kupca-proizvođača, Energija, ekonomija, ekologija, Vol. 26, No. 1, pp. 11-21, 2024. <https://doi.org/10.46793/EEE24-1.11G>
- [27] Grujić, D., Kuzman, M. Uloga agregatora u razvoju tržišta električne energije, Elektroprivreda, Vol. 1, No. 1, pp. 15-29, 2023. <https://doi.org/10.18485/epij.2023.1.1.2>
- [28] DIRECTIVE (EU) 2018/2001, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> [pristupljeno 05.12.2024]

AUTORI

Dunja Grujić - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, dunja.grujic@flaner.rs, ORCID [0000-0001-9298-6249](https://orcid.org/0000-0001-9298-6249)

Jelisaveta Krstivojević - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, j.krstivojevic@etf.rs, ORCID [0000-0003-4906-6433](https://orcid.org/0000-0003-4906-6433)

Jelena Stojković Terzić - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, jstojkovic@etf.rs, ORCID [0000-0002-6948-3755](https://orcid.org/0000-0002-6948-3755)

Energy Transition Challenges in the Distribution System: Critical Analysis and Proposals for Addressing Them

Abstract - The necessity of the energy transition is obvious in the conditions of significant environmental pollution and global warming, which we are witnessing. This paper will analyse the challenges for the implementation of the energy transition related to the distribution power system and provide suggestions for overcoming them. For the energy transition, among other things, a stable distribution power system and a reliable distribution system operator are necessary. In this regard, an overview of the current state of the distribution system operator as well as the distribution power system itself will be given through a review of the technical condition, regulations, finances, business plans and capacities for connecting production facilities from renewable energy sources. By reviewing the current state of operators and systems, challenges and barriers to the implementation of the energy transition will be identified. Also, suggestions will be given for overcoming the perceived challenges and barriers. The paper will specifically analyse the possibilities of integrating production facilities from renewable energy sources into the distribution system. Different concepts of using renewable energy sources will be presented, as well as the current level of their integration into the distribution system. Challenges for increasing the capacity of production facilities from renewable energy sources connected to the distribution system will be identified and suggestions will be made for overcoming them through proposals for improving regulations, technical solutions for connecting to the system, methods of electricity billing and additional possibilities, including aggregation, auxiliary services, redispatching and storage of electricity.

Index terms - Energy transition, Distribution system, Renewable energy sources, Flexibility